Acacia mangium
быстрорастущее дерево
для тропической плантации
MONGABAY.COM

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Acacia mangium — это быстрорастущее тропическое вечнозеленое дерево, которое при благоприятных условиях может вырасти до 30 м в высоту и до 50 см в толщину. Низинный вид, связанный с окраинами тропических лесов и нарушенными, хорошо дренированными кислыми почвами. Аборигенное растение для Папуа, Западной Ириан-Джайи и Молуккских островов в Индонезии, Папуа-Новой Гвинеи и северо-восточной части Квинсленда в Австралии. Из-за быстрого роста и устойчивости к очень бедным почвам A. mangium была завезена в некоторые страны Азии, Африки и западного полушария, где она используется в качестве плантационного дерева. A. mangium обладает отличными качествами древесины, такими как сравнительно низкая доля паренхиматозных клеток и сосудов, белая и твердая древесина, высокая теплотворная способность. Поэтому она полезна для различных целей, таких как изготовление мебели, фурнитуры, токарных изделий, паркета, ДСП, фанеры, столбов для забора, на дрова и древесный уголь. Она также используется в целлюлозно-бумажном производстве, поскольку обладает хорошими характеристиками целлюлозы, ее высоким выходом, качеством крафт-бумаги и бумаги с хорошими оптическими, физическими и поверхностными свойствами. Поскольку существуют значительные различия в зависимости от происхождения: по темпам роста, прямолинейности ствола, поражению сердцевидной гнилью и частоте появления нескольких стволов, то в таких странах, как Австралия, Индия, Индонезия, Малайзия, Филиппины, Тайвань и Таиланд были предприняты программы генетического улучшения. Программа включает в себя идентификацию происхождения и тестирование, а также отбор деревьев и клональное размножение, создание семенных садов и гибридизацию. Производительность и качество также варьируются в зависимости от условий окружающей среды. Здесь обсуждаются фенология, репродуктивная биология, особенности семян, лесоводческие методы для выращивания, проблемы с вредителями и болезнями, производство улучшенного посадочного материала, заготовка, свойства древесины и ее использование.

- Maheshwar Hegde[1], K. Palanisamy[1], Jae Seon Yi[2]
  -
  - Таксономия
  - Распространение

- Условия окружающей среды
  - Почва
  - Климат
  - Типы растительности
- Ботаническое описание
  - Морфология дерева
  - Листья (филлодии)
  - Фенология роста
  - Фенология цветения
  - Соцветия, цветы и плоды
- Репродуктивная биология и система размножения
  - Биология цветка
  - Система размножения
  - Гибридизация
- Генетика и улучшение
  -
  - Вариации происхождения
  - Выбор плюсовых деревьев
  - Семенные насаждения и семенные сады
- Биология семян
  - Сбор семян
  - Извлечение и очистка семян
  - Хранение семян
  - Состояние покоя и предварительная обработка
  - Проращивание семян и уход в питомнике
  - Вегетативное размножение
- Лесоводство и менеджмент
  - Лесоводческие характеристики
  - Лесоводческие практики
  - Подготовка участка
  - Расстояние
  - Внесение удобрений
  - График обрезки и прореживания
  - Поросль и вторичное восстановление
  - Рост и урожайность
- Вредители и болезни
  - Важнейшие насекомые-вредители
  - Важнейшие заболевания
- Свойства и использование древесины
  - Анатомические, физические и механические свойства древесины A. mangium
  - Использование древесины
- Ссылки

Maheshwar Hegde[1], K. Palanisamy[1], Jae Seon Yi[2]
Acacia mangium Willd. - быстрорастущее дерево для тропической плантации

[1]*Institute of Forest Genetics and Tree Breeding, R. S Puram, PB 1061 Coimbatore — 641002, India*

[2]*College of Forest and Environmental Sciences, Kangwon National University, Chuncheon 200–701, Republic of Korea*

Таксономия

Acacia mangium Willd. принадлежит к роду *Acacia*, и первоначально была описана как *Mangium montanum* Rumph в Herbarium Amboinense 3:123, t.81 (1750), но перенесена в Acacia C. L. Willdenow в Sp. Plant 4:1053 (1806). Конкретное название является намеком на замечание Румфиуса о том, что это дерево напоминало «манге» или мангры в Индонезии. Род *Acacia* содержит 1200–1300 видов и подразделяется на три подрода: Acacia, Aculeiferum и Phyllodinae (Maslin, 1995). *A. mangium* находится в подроде Phyllodinae, разделенного на семь секций, содержащих более 900 видов (Maslin and McDonald, 1996). *A. mangium* относится к разделу *Juliflorae* (235 видов), группе, характеризующейся наличием цветков в удлиненных колосьях и многочисленными филлодиями, часто рассеченных продольными жилками. *A. mangium* можно легко спутать с *A. holosericea* и *A. neurocarpa*, но ее легко отличить по образованию крупных деревьев и местам обитания, голым филлодиям и веточкам, колосьям с цветами от белого до кремового цвета и семенам с оранжевым ариллусом (Maslin and McDonald, 1996), в то время как другие два вида встречаются естественным образом в виде кустов или небольших деревьев на более сухих участках.

Распространение

A. mangium имеет фрагментарное естественное распространение, которое простирается от Индонезии (острова Сула, Керам, Ару и Ириан-Джая), Папуа-Новой Гвинеи до северо-восточного Квинсленда в Австралии (рис. 1). Диапазон составляет 1˚-18˚57′ южной широты и 125˚22′-146˚17′ восточной долготы. Средняя высота ареала над уровнем моря — от чуть выше уровня моря до примерно 100 м, с верхним пределом 780 м. В Азии страной с естественным распространением *A. mangium* является Индонезия. В Океании — северные территории Австралии, Квинсленд и Папуа-Новая Гвинея. Подробное описание естественного распространения и экологии *A. mangium* доступно в Awang and Taylor (1993) и Krisnawati et al. (2011).

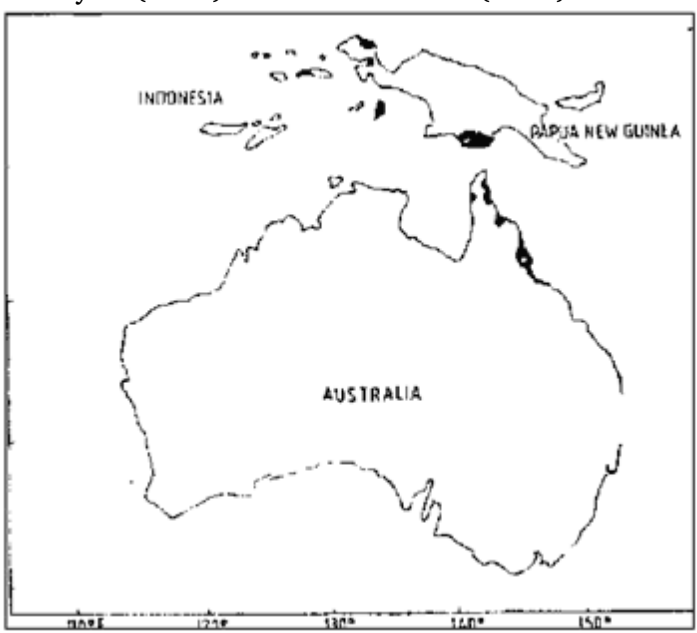

Рис. 1. Обобщенный ареал естественного распространения Acacia mangium.

A. mangium была внедрена во многих странах. Например, Индонезия и Малайзия создали крупные плантации для производства бумажной массы. В Китае, на Филиппинах, в Таиланде и во Вьетнаме коммерческие посадки *A. mangium* растут очень быстро (Awang and Taylor, 1993). Разумеется, этот вид был также завезен в другие страны в качестве плантационного дерева, например, в страны Азии (Бангладеш, Китай, Тайвань, Индия,

Индонезия, Лаос, Малайзия, Филиппины, Шри-Ланка, Таиланд и Вьетнам), Африки (Бенин, Конго, Кот-д'Ивуар, Демократическая Республика Конго, Кения, Мадагаскар и Зимбабве) и западного полушария (Бразилия, Коста-Рика, Куба и Гавайи).

Условия окружающей среды

Почва

A. mangium, как правило, является видом низкой высоты над уровнем моря, главным образом связанным с окраинами тропических лесов и нарушенными участками на хорошо дренированных кислых почвах (pH 4,5–6,5) с низкой плодородностью. Также распространена за мангровыми зарослями, в сезонных болотах, вдоль ручьев и на хорошо дренированных равнинах, низких хребтах и в предгорьях (Pinyopusarerk et al., 1993).

Климат

Область распространения *A. mangium* включает тропический теплый и жаркий климат, гумидные зоны, характеризующиеся коротким зимним сухим сезоном и высоким общим годовым количеством осадков. Средний максимум самого жаркого месяца составляет около 30–34 ˚C, а средний минимум самого холодного около 15–22 ˚C. Она не растет в областях, где абсолютная минимальная температура падает ниже 0 ˚C (Yan et al., 1996), поэтому ее область распространения вне зоны замерзания. В типичном месте 50 % осадков составляет 2150 мм; 10 % составляет 1300 мм; и самый низкий, на записи, составляет 1000 мм. Предпочитает влажные участки с годовым количеством осадков 1000–4500 мм. Длительные засушливые периоды замедляют рост деревьев (Mergen et al., 1983). В то же время годовое количество осадков более 2500 мм в регионе Сабах Бенгкока/Кудат считается достаточным для роста. Более того, на него все еще влияют сезонные условия (Pinyopusarerk et al., 1993). В сухой сезон, когда месячные осадки ниже 100 мм, а скорость испарения превышает 130 мм в месяц, дерево испытывает стресс от засухи.

Типы растительности

A. mangium произрастает на окраинах лесов с сомкнутым древостоем (дождевые тропические леса), в светлых лесах и редколесьях, особенно там, где есть прогалины из-за пожара. В северном Квинсленде это происходит в высоких лесах на хорошо дренированных участках предгорий и низменностей, связанных с различными *эвкалиптами* и *акациями*. Как компонент растительности на берегах рек, она часто ассоциируется с такими видами тропических лесов, как *Flindersia brayleyana* и *Cardwellia sublimis*. В других местах это происходит на немного лучше дренированных участках в болотистых прибрежных равнинах, где *Melaleuca* является доминирующей. Tracey (1982) описал типы растительности во влажном тропическом Квинсленде.

В Папуа-Новой Гвинее встречается в высоких и светлых лесах, часто в смешанных ассоциациях с другими видами *Acacia, Melaleuca* и *Lophostemon*. Эти типы растительности описаны Paijmans et al. (1971), Paijmans (1976) и Skelton (1987). На западной оконечности своего ареала в Индонезии *A. mangium* доминирует в небольших насаждениях на нарушенных участках в краевых частях или на опушках сомкнутого леса и в редколесьях с *Melaleuca* spp..

Ботаническое описание

Морфология дерева

A. mangium — это вечнозеленое дерево высотой до 30 м. Общий вид представлен на рис. 2. Ствол может быть разветвлен более чем на половину общей высоты дерева. Он иногда рифленый в основании, и диаметр дерева редко превышает 50 см. Кора грубая и бороздчатая, серого или коричневого цвета. Маленькие ветви крылатые. Может быть маленьким деревом или большим кустарником 7-10 м на неблагоприятных участках. Поверхность коры шероховатая, продольно бороздчатая, цвет варьируется от бледно-серо-коричневого до коричневого. Низ ствола иногда рифленый. Подробное ботаническое описание см. Pedley (1975).

Рис. 2. Особенности Acacia mangium. 1 — вид молодого дерева; 2 — веточка с цветами; 3 — стручок (Источник: DFSC seed leaflet).

Листья (филлодии)

Зрелые филлодии *A. mangium* остроконечные, изогнутые, голые и крепкие, очень крупные, обычно длиной 11–27 см и шириной 3-10 см. Они темно-зеленые, на голом пульвинусе длиной 0,6–1 см. Филлодии характеризуются четырьмя (реже тремя или пятью) основными продольными жилками, в основном сливными, но отличными от нижнего края. Второстепенные жилки сильно рассечены, образуя заметный ретикулум (Maslin and McDonald, 1996). Нектарная железа (экстрафлоральный нектарник) заметна у основания филлодия (рис. 3).

Рис. 3. Филлодии A. mangium с четырьмя продольными жилками.

Фенология роста

A. mangium может расти в течение всего года, если условия являются подходящими. В Таиланде было отмечено, что рост замедляется или прекращается в ответ на сочетание низкого уровня осадков и прохладных температур в январе-феврале. Деревья снова начинают активно расти в апреле до начала сезона дождей (Atipanumpai, 1989).

Фенология цветения

Цветение акаций скороспелое. *A. mangium* начинает цвести и давать семена уже через 18–20 месяцев после посадки (Mergen et al., 1983). Зрелые плоды появляются через 3–4 месяца после периода цветения. Время от появления цветочных бутонов до созревания составляет около 199 дней (Zakaria, 1993). Фенология цветения отличается по всему естественному и плантационному ареалу. В естественной среде ее цветы присутствуют в период с февраля по май в Австралии, а семена созревают в октябре-декабре (Sedgley et al., 1992). Дальше к северу плоды созревают раньше — с семенами, доступными с июля в Индонезии, и в конце сентября в Папуа-Новой Гвинее (Skelton, 1987; Turnbull et al., 1983).

Как экзотика, нормальный цикл цветения может быть нарушен, и цветение может происходить в течение всего года. Тем не менее, отчетливый пик обычно заметен (Awang and Taylor, 1993). Сообщается, что пик приходится на июнь-июль в полуостровной Малайзии (Zakaria and Kamis, 1991), на январь в Сабахе (Sedgley et al., 1992), на октябрь-ноябрь на Тайване (Kiang et al., 1989) и на сентябрь в Таиланде (Kijkar, 1992).

Соцветия, цветы и плоды

Соцветие, состоящее из множества крошечных цветков, встречается в виде колосьев длиной до 10 см, одиночно или попарно в верхних пазухах (рис. 4). Беловатые (или кремовые) цветки образуют довольно рыхлые колосья длиной 5-12 см на цветоносах длиной 0,6–1 см. Семенные коробочки имеют линейную форму, плотно скручены при созревании, иногда плотно спирально намотаны, слегка одревесневшие, длиной 7–8 см и шириной 0,3–0,5 см.

Семена черные и блестящие, продольные, яйцевидные до продолговатых 3–5 × 2-3 мм с желтым или ярко-оранжевым (редко красным) канатиком, сложенном для образования маслянистого, мясистого ариллуса под семенем.

Рис. 4. Соцветие A. mangium в стадии цветения.

Репродуктивная биология и система размножения

Биология цветка

Цветок *A. mangium* правильной симметрии, состоящий из пяти чашелистиков, пяти лепестков, многочисленных тычинок и одного гинеция. Обладает мягким и сладким ароматом, который особенно отчетливо проявляется ранним утром, когда отдельные цветы в наилучшем развитии. (Zakaria, 1993). Стигма не сосочковая, имеет диаметр 63 микрона и образует углубление в форме чашки на кончике стиля. Стигма и пыльники лежат в одной плоскости. Пыльник двухлопастный и имеет размеры 183 мкм. Каждая доля имеет четыре отдельных локуса, каждый из которых содержит полиаду (композитные пыльцевые зерна). Полиада имеет сферическую форму диаметром 30–40 микрон, каждая из которых состоит из 16 пыльцевых зерен. В среднем на цветок приходится около 113 тычинок. Яичник сидячий, обычно с мелкими волосками, по 12–14 семяпочек на яичник. Цветы, как правило, гермафродитные. Однако в некоторых соцветиях также присутствуют тычиночные цветки (Zakaria and Kamis, 1991).

Система размножения

A. mangium, как правило, является перекрестно опыляемым видом с тенденцией к самоопылению (Zakaria, 1993). У *A. mangium* андромоно-пространственное разделение полов не выражено. С точки зрения временного разделения полов протогенная дихогамия не распространена. Опыление происходит в начале дня, с цветами, раскрывающимися в предыдущую ночь приблизительно в 21:00 час. Синхронное появление стилей и тычинок, немедленное расслоение пыльников и восприимчивость к стигме после анестезии означают, что цветы *A. mangium* гомогенные (Zakaria, 1993). Zakaria (1993) также обнаружил, что индекс видовой самонесовместимости (ISI) составлял 0,38, что может привести к тому, что он будет классифицирован как исключающий вид с некоторой степенью самоопыления, несмотря на то, что он частично самосовместим. Его частичная самонесовместимость, вероятно, обусловлена наличием постзиготических летальных генов, как в случае некоторых других видов акации.

A. mangium требует биотических агентов для переноса пыльцы от пыльников к рыльцам. Опылители в основном энтомофильные, из *Trigona* и *Apis* spp., в качестве последовательных пыльцевых векторов. Наиболее активное время суток для этих опылителей — с 07:30 до 11:00, после чего их активность снижается; и очень мало опылителей наблюдается днем. Несмотря на густое и заметное соцветие, *A. mangium* не может привлечь более разнообразный спектр опылителей, вероятно, из-за отсутствия цветочных нектарников (Zakaria, 1993).

Гибридизация

A. mangium имеет число хромосом 2n = 26, такое же, как и у *A. auriculiformis*, поэтому она легко гибридизуется с *A. auriculiformis*. Гибриды *A. mangium* × *A. auriculiformis* потенциально могут стать важным источником посадочного материала для плантационного лесного хозяйства. Гибрид, по-видимому, более устойчив к сердцевидной гнили, чем *A. mangium*. Кроме того, гибрид имеет прямой ствол *A. mangium* и способность к саморазрежению *A. auriculiformis* (Zakaria, 1993). Гибридные деревья F_1 между *A. mangium* и *A. auriculiformis* во Вьетнаме произвели на 300–500 % больше объема древесины, чем родительские породы, за 2,5–3 года и у 4,5-летних гибридов, в среднем, в два раза больше объема древесины *A. mangium* (Le, 1996). Sedgley с соавт. (1992) обнаружили, что скрещивание *A. auriculiformis* × *A. mangium* было более успешным, чем реципрокное, но всхожие семена были получены после межвидового опыления в обоих направлениях. Вакуумная сушка и хранение в морозильной камере рекомендуется для хранения пыльцы средней продолжительности (3 года), используемой при скрещивании представителей этих видов (Harbard and Sedgley, 1994).

Генетика и улучшение

Первоначальные посадки *A. mangium* за пределами ее естественного ареала распространения обычно основывались на не улучшенных материалах, как правило, из узкой генетической базы. Следовательно, полученный рост был переменным, а продуктивность имела тенденцию к снижению в течение нескольких поколений из-за утраты генетического разнообразия (Awang and Bhumibhamon, 1993). В настоящее время во многих странах проводятся сложные мероприятия по улучшению деревьев для производства более качественных посадочных материалов с постоянными желаемыми характеристиками.

Вариации происхождения

A. mangium имеет фрагментарное естественное распространение, простирающееся от Молуккских островов в Индонезии до западной провинции Папуа-Новой Гвинеи и северо-восточного Квинсленда в Австралии. Было выявлено много происхождений с высокой степенью адаптации к естественной среде обитания, и исследования показали различия между ними во всех отношениях (Awang and Bhumibhamon, 1993). Например, существуют большие различия, зависящие от происхождения, по скорости роста, прямолинейности ствола и частоте появления нескольких стволов. Международные исследования происхождения были проведены в течение 1980-х годов (Doran and Skelton, 1982). Одно из международных исследований происхождения показано в Таблице 1 (Awang and Taylor, 1993).

Таблица 1. A. mangium в международных испытаниях по происхождению (Awang and Taylor, 1993)

№№ | Исходное местонахождение (№ посадки CSIRO) | Регион происхождения | Широта (ºS) | Долгота (ºE) | Высота над уровнем моря (м) |

1 | Julatten (12990) | Квинсленд, регион Кэрнс | 16 34 | 145 35 | 400 |

2 | Daintree (12991) | Квинсленд, регион Кэрнс | 16 17 | 145 31 | 60 |

3 | Rex Range (12992) | Квинсленд, регион Кэрнс | 16 30 | 145 32 | 30 |

4 | Claudie River (13229) | Крайний север Квинсленда | 12 44 | 143 13 | 60 |

5 | Mission Beach (13230) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 53 | 146 06 | 5 |

6 | NW of Silkwood (13231) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 42 | 145 57 | 40 |

7 | Cowley Beach (13232) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 41 | 146 05 | 5 |

8 | NE Walshs Pyramid (13233) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 06 | 145 48 | 20 |

9 | E of Cairns (13234) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 02 | 145 48 | 20 |

10 | Mourilayan Bay (13235) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 35 | 146 05 | 20 |

11 | Kurrimine (13236) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 46 | 146

05 | 10 |
12 | El Arish (13237) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 50 | 146 01 | 20 |
13 | Mission Beach (13238) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 56 | 146 02 | 70 |
14 | Tully (13239) | Квинсленд, регион Кэрнс | 17 55 | 145 52 | 50 |
15 | Cardwell-Ellerbeck (13240) | Квинсленд, регион Кэрнс | 18 14 | 145 50 | 60 |
16 | Broken Pole Creek (13241) | Квинсленд, регион Кэрнс | 18 21 | 146 03 | 50 |
17 | Abergowrie S. F (13242) | Квинсленд, регион Кэрнс | 18 26 | 146 01 | 60 |
18 | Daintree (13279) | Квинсленд, регион Кэрнс | 16 17 | 145 31 | 60 |
19 | Morehead (13459) | Папуа-Новая Гвинея | 8 45 | 141 25 | 30 |
20 | Oriomo River (13460) | Папуа-Новая Гвинея | 8 50 | 143 08 | 10 |
21 | Cassowary Range (13534) | Квинсленд, регион Кэрнс | 16 32 | 145 25 | 60 |
22 | Piru, Ceram (13621) | Керам, Индонезия | 3 04 | 128 12 | 150 |
23 | Sidei (13622) | Ириан Джая, Индонезия | 0 46 | 133 34 | 30 |
24 | Mossman (13846) | Квинсленд, регион Кэрнс | 16 31 | 145 24 | 60 |

Результаты этих испытаний были опубликованы Harwood and Williams (1992). Наблюдались очень существенные различия от происхождения признаков роста между экспериментальными участками и регионами происхождения. Например, рост, как правило, происходил быстрее на приэкваториальных испытательных участках со среднегодовым приростом высоты около 3–4 м и медленнее в местах, удаленных от экватора. Происхождение из Папуа-Новой Гвинеи неизменно оказывалось лучшим производителем, за которым следовало происхождение реки Клоди из северного Квинсленда. Наиболее медленно растущие источники были из провинции Малуку в Индонезии и южных районов распространения в Квинсленде. Другие исследования дали аналогичные результаты (Nguyen и Le, 1996; Otsamo et al., 1996; Tuomela et al., 1996).

Хотя изменения плотности древесины в зависимости от происхождения не были существенны, вариации формирования

сердцевины среди 5-летних деревьев 23 семейств из 7 источников семян были значительны (Bhumington et al., 1992). Это особенность очень узкой наследственности (Awang and Bhumibhamon, 1993).

Выбор плюсовых деревьев

Выбор плюсовых деревьев и тестирование потомства для отобранных материалов было проведено в нескольких странах, где *A. mangium* высаживается в больших масштабах. Обычно для выбора плюсовых деревьев учитываются следующие характеристики: превосходная высота, хороший диаметр на уровне груди, прямолинейность ствола, хорошая способность к ветвлению, хорошая способность к самопрореживанию, устойчивость к вредителям и болезням, а также свойства древесины (плотность).

После проведения испытаний по происхождению в этих странах были начаты дополнительные всесторонние сборы семян. Например, австралийские и некоторые организации из Юго-Восточной Азии разрабатывают улучшенные породы на основе широкого спектра лучших источников с низким уровнем взаимодействия генотипов с окружающей средой на уровне происхождения (Harwood, 1996). Семенные сады *A. mangium* созданы в Австралии, Индии, Индонезии, Малайзии, на Филиппинах, на Тайване и в Таиланде (Varghese et al., 1999). Ожидаемый прирост в объеме производства рассады в потомстве из семенных садов A. mangium в Индонезии составляет более 50–70 % по сравнению с посаженными местными семенами (Kurinobu and Nirsatmanto, 1996). Из-за асинхронного цветения среди деревьев и групп в семенном саду (Awang and Bhumibhamon, 1993) семенная продуктивность большинства растений первого поколения низка. На рис. 5 показан семенной сад в Индии.

Рис. 5. Семенной сад Acacia mangium в Ниламуре, Керала, Индия.

Для создания базы программы клонального лесоводства (Arisman and Havmoller, 1994), были заложены экспериментальные гибридные сады из семян гибридов *A. mangium* × *A. auriculiformis* в Индонезии. Гибридные клоны с выдающимся ростом и формой, отобранные и размноженные тканевой культурой, испытываются во Вьетнаме (Le, 1996). Вегетативное размножение гибрида из черенков от побегов поросли используется в Бангладеш (Banik et al., 1995).

Программа селекции была инициирована Институтом генетики леса и селекции деревьев, Индия (IFGTB), путем

получения семян из семеноводческих садов Австралии, Фиджи и Индонезии, а также из выявленных природных источников и выращивания породных и массовых садов, после отбраковки низкопроизводительных групп (Varghese et al. 2001).

Биология семян

Сбор семян

В Индии и Индонезии семена собирают с плантаций или садов наемные лазальщики, которые срезают ветки и собирают стручки в мешки. После воздушной сушки стручки обмолачивают вручную и семена очищают. Семена могут быть получены от деревьев в возрасте от 18 до 20 месяцев, но сезоны цветения и плодоношения сильно различаются в зависимости от местоположения. В Индонезии плоды созревают в июле, тогда как в Папуа-Новой Гвинее они созревают в сентябре (Krisnawati et al. 2011).

Извлечение и очистка семян

Стручки должны быть обработаны как можно скорее после сбора урожая. Если стручки и семена не полностью высушены, лучше всего хранить их в тканевых мешках во время транспортировки. В противном случае жара и влажность способствуют развитию грибков. В Индии семена извлекают вручную после сушки на солнце в течение нескольких дней, пока стручки не станут коричневыми или черными и не расколются. Стручки и семена не следует долго сушить на солнце, так как температура свыше 43 ˚C может снизить жизнеспособность (Krisnawati et al., 2011). В Малайзии стручки сушат в простой сушильной камере, оборудованной электрическим нагревателем и бытовым вентилятором (Adjers and Srivastava, 1993). Влажность семян должна быть ниже 13 %, чтобы предотвратить развитие грибка. Экстракция с помощью молотилки с последующим отсевом, как описано в Doran et al. (1983) подходит для этого вида. Так при обмолоте образуется сильнораздражающая пыль, то работники нуждаются в защите (Adjers and Srivastava, 1993). На рис. 6 показаны плоды.

Fig. 6. Плоды A. mangium.

Хранение семян

Твердый непроницаемая оболочка обеспечивает длительную жизнеспособность семян *A. mangium* практически при любых условиях, если семена хранятся сухими и свободными от насекомых-вредителей. ФАО (1987) рекомендовала хранить семена *A. mangium* в герметичных контейнерах в холодильнике при температуре 0–5 ˚C. Supriadi и Valli (1988) рекомендовали использовать чистые канистры или небольшие банки, которые можно плотно закрыть для хранения семян. Эти банки можно хранить в сухом, холодном хранилище, специально предназначенном для семян лесных деревьев. Этот метод использовался для хранения семян *A. mangium* в течение нескольких лет без серьезных проблем (Adjers and Srivastava, 1993).

Состояние покоя и предварительная обработка

Прорастание у *A. mangium* подавляется твердой и непроницаемой оболочкой семени. Чтобы добиться равномерного и быстрого прорастания в питомнике, необходимо использовать скарификацию или какую-либо другую предварительную обработку для увлажнения проницаемой кожуры. Наиболее распространенным и практичным методом предварительной обработки является обработка горячей водой (Аджерс и Srivastava, 1993). Семена предварительно обрабатывают погружением в кипящую воду на 30 секунд с последующим замачиванием в холодной воде в течение 24 часов. В противном случае их можно скарифицировать вручную. После этой обработки уровень прорастания высокий (75–90 %).

Проращивание семян и уход в питомнике

Семена можно высевать в грядку, в лотки для проращивания (метод влажного полотенца) или непосредственно в контейнеры. Adjers и Srivastava (1993) дали подробное описание методов ухода. Оптимальный размер контейнера под рассаду для достижения наилучших результатов составляет 300 $см^3$. Для субстрата в контейнере используйте либо верхний слой почвы, смешанный с компостом, либо смесь тропического торфа или рисовой шелухи (между 70:30 и 90:10, в зависимости от характеристик торфа). Оптимальная высота сеянцев для посадки составляет 25–40 см, чего можно достичь за 12 недель при правильном внесении удобрений. Еще 3–4 недели для правильного одревеснения и через 15–16 недель после посева в питомник рассада будет готова к посадке.

Вегетативное размножение

Черенки *A. mangium* могут быть легко укоренены, если используются материалы для черенкования от 6 до 12 месяцев. Процент укоренения резко снижается при старении посадочного материала.

Для растений шестимесячного возраста доля укоренения черенков составляла 71 %, а через 24 месяца она снижалась до 15 % (Darus, 1993). В камере укоренения требуются высокая влажность воздуха (70–90 %) и достаточно постоянная температура (28 ˚C). Использование черенков с половиной или одним филлодием и применение ауксинов, таких как индолилуксусная кислота (500-1000 промилле) или гормонального корневого порошка, улучшали укоренение. Среда для укоренения с высоким pH (5,8-нейтральная) и высокой влагоудерживающей способностью увеличивала укоренение (Darus 1993). Техника микроклонирования *A. mangium* также была успешно разработана и представлена. Для оптимального формирования множественных побегов наиболее подходящей оказалась базовая среда Мурасиге и Скуга, дополненная 0,5 мг/л бензиладенина (BAP) (Dams, 1993).

Лесоводство и менеджмент

Лесоводческие характеристики

A. mangium — быстрорастущее, чувствительное к морозу, не переносящее тени и относительно недолговечное (30–50 лет) дерево (Guzman et al., 1997), адаптированное к широкому кругу кислых почв (pH 4,5–6,5) во влажных тропических низинах. В Китае растет медленно, когда среднемесячные температуры опускаются ниже 17 °C. Хотя оно лучше растет на плодородных участках с хорошим дренажом (но не слишком хорошо дренированных), но переносит почвы с низким плодородием и затрудненным дренажем. Гибнет от огня, только если диаметр ствола составляет менее 10 см. Корневая система поверхностная и мощная. Ветви устойчивы, поскольку вид не прореживает их естественным путем. Сердцевидная гниль иногда развивается из мертвых веток. Гофрирование ствола часто является проблемой.

В некоторых местах *A. mangium* имеет тенденцию образовывать несколько стволов. Причина этого не совсем понятна, хотя, по-видимому, она частично связана с плодородием почвы, конкуренцией и использованием переросших тонких саженцев. Более высокие уровни фосфатов и меньшая конкуренция также способствуют этому. Turvey (1995) показал, что число доминирующих стволов увеличивается с увеличением среднего объема деревьев, что указывает на связь с условиями, способствующими более быстрым темпам роста. Прямолинейность ствола также зависит от плодородия участка, где происходит быстрый рост (Mead and Miller, 1991). Очень подвержена повреждениям от тайфунов в районах, с сильными ветрами, таких как остров Хайнань (Китай), Филиппины и Вьетнам.

Лесоводческие практики

Srivastava (1993) привел подробные примеры лесоводческих практик для *A. mangium* в различных условиях выращивания.

Подготовка участка

Подготовка участка зависит от семи факторов: прошлой и нынешней растительности на участке посадки, климата, топографии, типа почвы, плодородия почвы, имеющегося оборудования и трудовых ресурсов. Если вырубленные леса должны быть преобразованы в плантации, рекомендуется чистая рубка с последующим сжиганием. Дисковая вспашка и боронование также могут выполняться на участках, заросших травой (Srivastava, 1993).

Расстояние

В Сабахе 3×3 м является наиболее распространенным интервалом для *A. mangium*. Его также можно уменьшить до 2×2 м или $2{,}5 \times 2{,}5$ м, что благоприятно для начального быстрого роста. Некоторые агентства приняли интервал 4×2 м (Srivastava, 1993). В Папуа-Новой Гвинее наиболее часто используемый интервал составляет 4×4 м.

Внесение удобрений

В Китае применение 100 кг/га N, 50 кг/га P и 50 кг/га K привело к увеличению объема производства на 179 % в возрасте 2,6 лет для *A. mangium* (Simpson, 1992). Применение подходящих удобрений в достаточном количестве через определенные промежутки времени имеет большой потенциал для ускорения раннего роста. Тип и количество удобрений зависит от почвы и других условий.

График обрезки и прореживания

Посадки *A. mangium* нуждаются в регулярной обрезке и прореживании, только если целью плантации является производство качественного пиловочника с ротацией 15–20 лет. Эти операции обычно не проводятся на плантациях целлюлозной древесины с севооборотом 6–8 лет. График прореживания зависит от начального расстояния, скорости роста и конечного использования. Как правило, оно начинается не ранее, чем через 2 года после посадки. Второе прореживание может быть сделано в 4–5 лет, а третье может быть в 8–9 лет. Хотя *A. mangium* демонстрирует сильное верхушечное доминирование, на многих участках она имеет тенденцию к развитию нескольких побегов. Эта тенденция контролируется генотипом, а также условиями участка. В Малайзии стандартной практикой является удаление всех побегов, кроме основного, через 4–6 месяцев после посадки. Если оно задерживается, существует опасность попадания гнилостного гриба через рубцы большого диаметра (Srivastava, 1993).

Поросль и вторичное восстановление

A. mangium дает обильную поросль, если остался пень более 50 см высотой. Но в отличие от других видов, эти побеги не достигают размера дерева. Следовательно, невозможно получить вторичное восстановление посредством поросли (Srivastava, 1993). На некоторых участках наблюдается обильная естественная регенерация после вырубки.

Рост и урожайность

Значительный объем опубликованной информации о росте *A. mangium* подтверждает, что вид может достичь среднегодового прироста до 5 см в диаметре и до 5 м в высоту в первые четыре или пять лет. Тем не менее, рост быстро снижается через семь или восемь лет, за исключением того, что в очень идеальных условиях или в течение длительных (20 лет) периодов, дерево, вероятно, не вырастет за пределы 35 см в диаметре и 35 м в высоту (Tsai, 1993).

В исследованиях этого вида в Индонезии скорость роста значительно изменяется в зависимости от места, возраста и расстояния (Krisnawati et al. 2011). Сравнения могут быть сделаны на основе значений среднегодового прироста (СГП). СГП для диаметра колеблется от 1,4 до 7,3 см/год. Высокие значения СГП в диаметре (более 4 см/год) регистрируются для древостоя менее 3 лет, и после этого возраста значения СГП обычно снижаются до 1,5–2 см/год. СГП для высоты колеблется от 1,8 до 5,8 м/год, а высокие значения СГП высоты (более 4 м/год) были зафиксированы для древостоев менее 3 лет, хотя высота СГП более 4 м/год также сообщалось по более старшим посадкам в нескольких местах в Риау и на Южной Суматре. Как и в случае с диаметром СГП, СГП высоты падает, уменьшаясь до 2–2,5 м/год. Рост обычно быстро снижается через 8 лет.

Выбор правильного происхождения для конкретного участка посадки может оказать существенное влияние на скорость роста и урожайность. На пастбище заросшем *Imperata* в Южном Калимантане и Индонезии (Tuomela et al., 1996) сообщили о трехкратной разнице в объемах продуктивности между лучшими показателями роста (60–90 $м^3$/га) и самыми низкими показателями (30–50 $м^3$/га) за 26 месяцев. В том же исследовании было установлено, что рост после прореживания и обрезки через 8 месяцев составляет всего лишь около 70 % от необработанных участков. Эти методы обработки были сочтены авторами нежелательными, если скорость роста является первым приоритетом. В другом исследовании в том же регионе(Otsamo et al., 1996) сообщили, что СГП для *A. mangium* за 41 месяц составлял до 39 $м^3$/га. В Кампар-Кири-Риау, Индонезия, было установлено, что наилучшее происхождение в испытании дает СГП 41,4 $м^3$/га за 2,5 года (Leksono et al., 1996).

В исследовании, проведенном в штате Керала в Индии (Buvaneswaran, 2005), СГП по продуктивности был изучен для трех агроклиматических зон в Керале, и сравнение результатов

показало, что в высокогорной зоне зарегистрирован больший СГП в обхвате (9,6 см/год), чем в южной (8,0 см/год) и северной зоне (9,4 см/год). Как правило, наблюдается, что в пределах плантации и в пределах зоны изменение продуктивности у *A. mangium* было больше, чем в зонах в Керале. Однако во влажных регионах продуктивность варьировалась от 35 до 45 $м^3$/га/год, особенно в южной зоне Кералы. С другой стороны, в субгумидных климатических условиях с красными суглинистыми почвами, как это наблюдалось в некоторых поясах северной зоны, продуктивность колебалась от 20 до 25 $м^3$/га/год. Было замечено, что *A. mangium* является видом для влажных зон, и, следовательно, места с длительным засушливым периодом непригодны для создания плантации *A. mangium*. Болезни сердцевидной/корневой гнили были факторами риска, связанными с выращиванием *Mangium* в этих засушливых регионах.

Вредители и болезни

Важнейшие насекомые-вредители

Hutacharern (1993) описал 30 видов насекомых, нападающих на *A. mangium*, вместе с другими 48 видами насекомых, на *A. mangium* о которых сообщалось. Среди них только несколько видов наносят существенные повреждения. Важными насекомыми-вредителями являются корнееды (*Sternocera aequisignata* и термиты), древоточцы ветвей и стволов (*Synoxylon* spp.), а также древесница кофейная (*Zeuzera coffeae*). Это может привести к гибели, деформации или снижению производства биомассы *A. mangium*, и, таким образом, насекомые должны подвергаться тщательному контролю, и в отношении них должны применяться профилактические меры (Hutacharern ,1993).

Для превентивных мер борьбы со *Stenocera* в питомнике применяют изобензан (телодрин) из расчета 1,3 галлона на гектар на почву или грядки или, там где используются полиэтиленовые рукава, рекомендуется смешивать засыпку почвы с одной частью изобензана в 500 частях воды до или после заполнения. (Sharma et al., 1966). Дальнейшее применение химического вещества вокруг шейки каждого растения в течение двух лет подряд после посадки в марте требуется в районах с плотной популяцией *Sternocera*. Для борьбы с кофейной древесницей можно вводить инсектициды в лунки, из которых личинка выталкивает экскременты. Чтобы спасти деревья, эта прямая инъекция должна быть сделана при самом раннем обнаружении насекомых (Hutacharern, 1993). Взрослые особи древоточцев ветвей и стволов (*Synoxylon* spp.) поражают побеги и молодые стебли и убивают их или приводят к поломке. Для борьбы с этими насекомыми рекомендуется удалять и сжигать сломанные ветви, в которых происходило размножение.

Важнейшие заболевания

Подробные сведения о заболеваниях *A. mangium* были даны See (1993). Распространенными заболеваниями саженцев *A. mangium* в питомнике являются черная ножка, мучнистая роса, стеблевые опухоли, увядание, пятнистость листьев, черная корневая гниль и корневая гниль. Все это в основном распространенные заболевания многих видов деревьев, и их можно контролировать с помощью общепринятых методов ведения питомника и профилактических фунгицидных спреев (см. 1993).

Важнейшими заболеваниями деревьев на плантациях являются корневые гнили, сердцевидная гниль, розовая болезнь, увядание и поражение стеблей. Корневые гнили вызываются многими видами грибков, такими как *Ganoderma* spp., *Phellenus* spp. и *Rigidoporus lignosus*. Начальные симптомы корневых гнилей напоминают симптомы дефицита питательных веществ. На более поздних стадиях, когда распадаются основные части корней, упавшие деревья или стоящие мертвые деревья являются хорошими показателями корневых гнилей (см. 1993). Конкретных мер борьбы с этими заболеваниями нет. Мертвые и больные деревья могут быть уничтожены, чтобы избежать распространения болезни.

Сердцевидная гниль выявляется только при рубке деревьев, потому что больные деревья внешне выглядят здоровыми и энергичными. Отмирание вызвано, вероятно, сочетанием нескольких факторов, таких как длительный период засухи и грибковые инфекции. Язвы, связанные с разложившимися ветвями и ранами обрезки, являются хорошими показателями сердцевидной гнили. Зараженные деревья могут продолжать энергично расти до зрелости. Варианты управления включают принятие лесоводческих практик, которые ограничивают раны ствола, в том числе раннее прореживание многоствольных деревьев, короткая ротация и выбор мест происхождения по одноствольности и тонким ветвям. В настоящее время нет практических мер для устранения этого заболевания.

Свойства и использование древесины

Анатомические, физические и механические свойства древесины A. mangium

Заболонь *A. mangium* белая и резко очерчена от темного-коричневого ядра. Древесина имеет тонкую текстуру и прямое или сцепленное зерно. Средние значения длины, диаметра, диаметра просвета и толщины стенки составляют 934, 25, 18 и 3,3 мкм для образцов 4-летнего возраста и 1017, 20, 12 и 4,3 мкм для образцов 8-летнего возраста соответственно. Длина волокна увеличивается от пробки до коры и уменьшается с высотой стебля. Процент сосудов уменьшается с увеличением высоты дерева. Древесина диффузно-пористая с преимущественно одиночными сосудами. Лучи однотипные. Средний процент волокон, сосудов и лучей составляет 85, 7-11 и 5–6 соответственно. Сообщается, что средняя длина волокна составляет 1,0–1,2 мм (1000–1200 мкм).

A. mangium имеет сравнительно низкую долю паренхиматозных клеток, относительно высокую долю просенхиматозных клеток и низкую долю сосудов, что указывает на удовлетворительные прочностные свойства. Это короткое волокно (870 мкм), характеризующееся небольшим диаметром волокна (18,9 мкм) и небольшой толщиной стенки (2,7 мкм). Wu et al. (1988) изучали анатомическое строение древесины *A. mangium*. Они наблюдали либриформные волокна с включениями, мелкую продольную паренхиму с кристаллами кальция и сосуды с кристаллами кремнезема. Хотя среднее значение удельного веса деревьев в естественных насаждениях составляет 0,56-0,60, обнаружено, что пиломатериалы, выращенные на плантациях, имеют низкий диапазон удельного веса (0,40-0,45) (Mergen et al., 1983). Peh and Khoo (1984) также сообщили о низкой плотности древесины *A. mangium* (380–480 кг/м^3). Scharai-Rad Kambey (1989) из Индонезии сообщил о свойствах и возможном использовании древесины *A. mangium* и ее плотности 501 кг/м^3.

Ong (1985) сообщил об усадке, плотности, прочности и твердости древесины от 12-летних деревьев. Были значительные различия между и внутри деревьев. Scharai-Rad и Budiarso (1988) классифицировали ее как вид свойств средней прочности. В соответствии с ними ее прочность на изгиб составляет 83,5 Н/мм^2, прочность на раздавливание составляет 37,0 Н/мм^2, а модуль упругости — 10,6 кН/мм^2. Сообщается, что древесина умеренно прочная со средним значением прочности на изгиб 65 Н/мм^2 в сыром состоянии (Sattar et al., 1993). Исследование

изменения плотности древесины, длины волокон и усадки внутри и между деревьями, а также между 3-мя происхождениям 8-летней *A. mangium* в Сабахе (Sining, 1989) показало, что базовая плотность варьировалась от 430 до 500 кг/м^3. Различия в свойствах древесины между источниками происхождения и среди деревьев были менее значительными, чем внутри деревьев. Базовая плотность и длина волокна увеличивались от сердцевины к коре, усадка увеличивалась по мере увеличения базовой плотности от сердцевины к коре. Однако, среди параметров усадка уменьшалась с увеличением базовой плотности. Wu и Wang (1988) сравнили свойства древесины *A. mangium* с *A. auriculiformis*. Они обнаружили, что ее усадка и различия были, как правило, меньше, а прочностные свойства были выше у *A. auriculiformis*.

Использование древесины

Древесина *A. mangium* делает привлекательной мебель, молдинги, элементы дверей и окон (Mergen et al., 1983). Также подходит для легких строительных работ, сельскохозяйственных орудий, ящиков и упаковочных корзин (Awang and Taylor, 1993).

A. mangium обычно считается недолговечной древесиной (Razali and Mohd, 1993). Хотя она вполне поддается консервирующей обработке (Mergen et al., 1983), но обработанная древесина может не дать хороших результатов при контакте с грунтом. Имеет относительно узкую полосу заболони и не подходит для наружных работ. Сушится довольно быстро, без серьезных дефектов. Деформация, растрескивание торцов и коробление незначительны. Печь для сушки древесины хорошо и довольно быстро сушит, без серьезных дефектов при использовании подходящих графиков работы печи (Awang and Taylor, 1993).

Древесина имеет высокую частоту появления сучков, из-за чего пиломатериалы хорошего качества становятся недоступными в значительных количествах. Сучки могут быть устранены с помощью соответствующих режимов обрезки. Наличие желобков и проявление гнилей и повреждений термитами ухудшают как качество, так и количество пиломатериалов (Razali and Mohd, 1993).

Peh et al. (1982) и Peh and Khoo (1984) сообщили о пригодности *A. mangium* для варки целлюлозы с высоким выходом, качества крафт-целлюлозной пульпы и производства бумаги с хорошими оптическими, физическими и поверхностными свойствами (Logan, 1987). *A. mangium* имеет самый высокий выход целлюлозы и требует наименьшего количества химикатов по сравнению с другими видами, такими как *Eucalyptus deglupta* и *Gmelina arborea* (Becker, 1987). Таким образом, в настоящее время ее выращивают с основным использованием для целлюлозы и бумаги в Суматре, Сабахе и Вьетнаме.

Сообщается, что древесина *A. mangium* легко лущится, и был получен шпон приемлемого качества, плотный и гладкий (Chai, 1989). Древесина также подходит для производства декоративного шпона.

Древесина *A. mangium* была успешно использована для изготовления древесностружечных плит (Mergen et al., 1983). Сообщается, что она подходит для многих восстановленных изделий из древесины, таких как древесно-волокнистая плита

средней плотности (ДВП) (Tomimura et al., 1987). Теплотворная способность древесины также относительно высока, 4800–4900 ккал на кг, поэтому из древесины можно производить хорошее биотопливо, достаточно качественный древесный уголь, древесные угольные брикеты и активированный уголь (Awang and Taylor, 1993). Вид поперечного сечения древесины наглядно показан на рис. 7.

Рис. 7. Дерево A. mangium с сердцевидной гнилью.

Ссылки

Adjers G, Srivastava PBL. 1993. Nursery Practices (Chapter 6). In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 1-75.

Arisman H, Havmoller P. 1994. Seed supply strategy for a pulpwood plantation project in southern Sumatra. Proceedings: International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed, 14–16 June, 1993, Chiang Mai, Thailand, ASEAN Canada Forest Tree Seed Centre, pp 225–228.

Atipanumpai L. 1989. *Acacia mangium:* studies on the genetic variation in ecological and physiological characteristics of a fast-growing plantation tree species. Acta Forest Fennica 206: 1-92.

Awang K, Bhumibhamon S. 1993. Genetics and tree improvement. In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 35–57.

Awang K, Taylor D. 1993. *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Bangkok, Winrock International and FAO, Thailand, pp 1-280.

Banik RL, Mannan MA, Sharmila D, Islam SD. 1995. Vegetative propagation of adult trees of acacia hybrid *(Acacia auriculiformis* × *Acacia mangium)*. Bangladesh J For Sci 24: 74.

Becker ES. 1987. Evaluation of samples of *Acacia mangium, Eucalyptus deglupta* and *Gmelina arborea* for kraft pulping, bleaching and paper strength properties. Report to the North Borneo Timbers Berhad, EcoNotech Ltd., pp 1-10.

Bhumibhamon S, Thavorn V, Swatdipakdi R. 1992. Variation in heartwood formation of *Acacia mangium.* MPTS Res Notes 2: 1–2.

Chai SH. 1989. Wood and veneer quality studies of *Acacia mangium.* B. S. (For) (Wood Industry) Project Report, Faculty of Forestry, Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Malaysia, pp 1-270.

Darus HJA. 1993. Vegetative Propagation. (Chapter 4) In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 59–74.

Doran JC, Skelton DJ. 1982. *Acacia mangium* seed collections for international provenance trials. Forest Genetic Resources Information, FAO, No. 11, pp 47–53.

Doran JC, Turnbull JW, Boland DJ, Gunn BV. 1983. Handbook on seeds of dry-zone acacias. A guide for collecting, extracting, cleaning, and storing the seed and for treatment to promote germination of dry-zone acacias Rome, Italy, Food and Agriculture Organization, pp 1-25.

FAO. 1987. Nitrogen Fixing Trees — A training Guide — . RAPA

Publication 1987/15, Bangok, Thailand, pp 1-230.

Guzman LC, Lawrence JH, Marler TE. 1997. Growth and development responses of three Acacia species to long-term light regimes. J Sustain For 4: 119–130.

Harbard J, Sedgley M. 1994. Storage of *Acacia mangium* and *A. au-riculiformis* pollen. Proceedings: International Symposium on Genetic Conservation and Production of Tropical Forest Tree Seed, 14–16 June, 1993, Chiang Mai, Thailand, pp. 199–204.

Harwood CE, Williams ER. 1992. A review of provenance variation in growth of *Acacia mangium.* In: Breeding Technologies for Tropical Acacias (Carron LT, Aken KM, eds). Proceedings of an International Workshop, Tawau, Sabah, Malaysia, 1–4 April, 1991. ACIAR Proceedings 37: 22–30.

Harwood CE. 1996. Recent developments in improvement strategy for tropical tree species. In: Tropical Plantation Establishment: Improving Productivity through Genetic Practices (Rim-bawanto A, Widyatmoko A, Suhaendi H, Furukoshi T, eds),

Proceedings International Seminar, 1996, Yogyakarta, Indonesia. Forest Tree Improvement Research and Development Institute, Part II, pp 1-21.

Hutacharan C. 1993. Insect Pests (Chapter 9). In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 163201.

Kiang T, Jeng CY, Fuh-Jiunn P Fuh-Jing M. 1989. Peroxidase isozyme evidence for natural hybridization between *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*. In: Breeding Tropical Trees: Population Structure and Genetic Improvement Strategies in Clonal and Seedling Forestry (Gibson GL, Griffin AR, Matheson AC, eds). Oxford Forestry Institute and Winrock International, Oxford, UK, pp 392–393.

Kijkar S. 1992. Vegetative propagation *of Acacia mangium* × *Acacia auriculiformis.* Handbook No. 1. Muak Lek, Saraburi, Thailand, ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre, pp 1-19.

Krisnawati H, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Acacia mangium* Willd: ecology, silviculture and productivity. CIFOR, Bogor, Indonesia, pp 1-15.

Kurinobu S, Nirsatmanto A. 1996. Expected gain on volume productivity in seedling seed orchards of*Acacia mangium* established by technical cooperation project between Indonesia and Japan. In: Tropical Plantation Establishment: Improving Productivity through Genetic Practices (Rimbawanto A, Widyatmoko A, Suhaendi H, Furukoshi T, eds), Proceedings International Seminar, 19–21 December, 1996, Yogyakarta, Indonesia. Forest Tree Improvement Research and Development Institute, Part III, pp 1-11.

Le DK. 1996. Studies on natural hybrids of *Acacia mangium* and *A.*

auriculiformis in Vietnam. In: Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry (Dieters MJ, Matheson AC, Nikles DG, Harwood CE, Walker SM, eds), Proceedings QFRI–IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, Australia. 1996. Australia Queensland Forestry Research Institute, pp 328–332.

Leksono B, Susilowati S, Rosiawan H. 1996. Provenance trial of *Acacia mangium* and Acacia crassiocarpa in Riau Province, Indonesia. In: Tropical Plantation Establishment: Improving Productivity through Genetic Practices (Rimbawanto A, Widyatmoko A, Suhaendi H, Furukoshi T, eds), Proceedings International Seminar, 19–21 December, 1996, Yogyakarta, Indonesia. Forest Tree Improvement Research and Development Institute, Part III, pp 12–21.

Logan AF. 1987. Australian acacias for pulpwood. In: Australian Acacias in Developing Countries (Turnbull JW, ed), Proceedings of an International Workshop, Gympie, Qld, Australia. ACIAR Proceedings No. 16: 89–94.

Maslin BR. 1995. Systematics and phytogeography of Australian species of *Acacia:* an overview. IFA Newsletter 36: 2–5.

Maslin BR, McDonald MW. 1996. A key to useful Australian acacias for the seasonally dry tropics. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, pp 1-80.

Mead DJ, Miller RR. 1991. The establishment and tending of *Acacia mangium*. In: Advances in Tropical Acacia Research, Proceedings of an International Workshop (Turnbull JW, ed). Bangkok, Thailand. ACIAR Proceedings No. 35: 116–122.

Mergen F, Hodges C, Nicholson DI, Popenoe HL, Wiersum KF. 1983. Mangium and other acacias of the humid tropics. National Academy Press, Washington, DC, USA, pp 1-62.

Nguyen HN, Le DK. 1996. *Acacia* species and provenance selection for large-scale planting in Vietnam. In: Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry, (Dieters MJ, Matheson AC, Nikles DG, Harwood CE, Walker SM, eds), Proceedings QFRI–IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, Australia. Australia Queensland Forestry Research Institute, pp 443–448.

Ong SH. 1985. Physical and mechanical properties of *Acacia mangium* timber from Ulukukut in Sabah. Malaysian Forest Research Centre, Sandakan, Sabah, Malaysia, FRC Publication No. 23, pp 1-27.

Otsamo AO, Nikles DG, Vuokko RHO. 1996. Species and provenance variation of candidate acacias for afforestation of *Imperata cylindrica* grasslands in South Kalimantan, Indonesia. In: Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry (Dieters MJ, Matheson AC, Nikles DG, Harwood CE, Walker SM, eds), Proceedings QFRI–IUFRO Conference, Caloundra, Queensland, Australia. Australia Queensland Forestry Research Institute, pp 27–35.

Paijmans K. 1976. New Guinea vegetation. Australian National University Press, Canberra, Australia, pp 1-240.

Paijmans K, Blake DJ, Bleeker P, McAlpine JR. 1971. Land resources of the morehead-kiunga area, territory of papua and new guinea. CSIRO Land Research Series 29: 19–45.

Pedley L. 1975. Revision of extra-Australian species of Acacia-subg. Heterophyllum Contrib Qld Herb 18:1-24.

Peh TB, Khoo KC. 1984. Timber properties of *Acacia mangium, Gmelina arborea, Paraserianthes falcataria* and their utilization aspects. Malaysian For 47: 285–303.

Peh TB, Khoo KC, Lee TW. 1982. Sulphate pulping of *Acacia mangium* and *Cleistopholis glauca* from Sabah. Malaysian For 45: 404–418.

Pinyopusarerk K, Liang SB, Gunn BV. 1993. Taxonomy, distribution, biology and use as an exotic. In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 56–62.

Razali AK, Mohd HS. 1993. Property and Utilization. (Chapter 11). In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 225–241.

Sattar MA, Kabir MF, Bhattacharjee DK. 1993. Physical, mechanical and seasoning properties of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis*. Bangladesh Forest Research Institute, Chittagong, Bulletin No. 15, Timber Physics Series, pp 1-11.

Scharai-Rad M, Budiarso E. 1988. Wood properties of some fast-growing and multi-purpose species. Proceedings of the GTZ-
Regional Forestry Seminar, 2-10 October, 1986, Korolevu, Fiji,
pp 204–229.

Scharai-Rad M, Kambey E. 1989. The wood of *Acacia mangium* Willd. -Its properties and possible uses-. GFG-Report, German Forestry Group, Mulawarman University, Kalimantan, Indonesia, pp 1-35.

Sedgley M, Harbard J, Smith, RMM, Wickneswari R, Griffin AR. 1992. Reproductive biology and interspecific hybridisation of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis A. Cunn*. ex Benth. (Leguminosae: Mimosoideae). Aust J Bot 40: 37–48.

See LS. 1993. Diseases (Chapter 10). In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 203–223.

Sharma PC. 1966. A note on the control of *Stenocera aequisignata* (Buprestid root borer). Rev Appl Ent 54: 661–663.

Simpson JA. 1992. An assessment of the soils and nutrient status of trial plantations in Indonesia-Finland project at Riam Kiwa, South Kalimantan, Indonesia. Report prepared for Enso Forest Development,

Ltd, Helesinki, Finland, pp 1-252.

Sining UN. 1989. Some wood properties of *Acacia mangium* Willd. from three provenances grown in Sabah. Forest Research Centre, Sandekan, Sabah, FRC Publication No. 56, pp 1-66.

Skelton DJ. 1987. Distribution and ecology of Papua New Guinea acacias. In: Australian Acacias in Developing Countries, (Turnbull JW, ed), Proceedings of an International Workshop, Gympie, Qld., Australia, 4–7 August, 1986. ACIAR Proceedings No. 16: 38–44.

Srivastava PBL. 1993. Silvicultural Practices (Chapter 7). In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 113–148.

Supriadi G, Valli I. 1988. Nursery Manual — Mechanised Nursery and Plantation Project in South Kalimantan (ATA-267)-. Jakarta, Indonesia, Ministry of Forestry of Indonesia, Enos Forest Development and FINNIDA, pp 1-294.

Tasi LM. 1993. Growth and Yield (Chapter 8). In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 149162.

Tomimura Y, Khoo KC, Suzuki I. 1987. Manufacture of medium density fiber board (MDF) from Malaysian *Acacia rnangium* Mokuzai Gakkaishi. J Japan Wood Res Soc 33: 335–338.

Tracey JG. 1982. The Vegetation of the Humid Tropical Region.

CSIRO, Melbourne, Australia, pp 1-270.

Tuomela K, Otsamo A, Kuusipalo, J, Vuokko R, Nikles G. 1996. Effect of provenance variation and singling and pruning on early growth of *Acacia mangium* Willd. plantation on *Imperata drica* (L.) Beauv. dominated grassland. For Ecol Manage 84: 241–249.

Turnbull JW, Skelton DJ, Subagyono M, Hardiyanto EB. 1983. Seed collections of tropical acacias in Indonesia, Papua New Guinea and Australia. Forest Genetic Resources Information, FAO, No. 12, pp 2-15.

Turvey ND. 1995. Afforestation of*Imperata* grasslands in Indonesia: Results of industrial tree plantation research trials at Teluk Sirih on Pulau Laut, Kalimantan Selatan. ACIAR Technical Reports No. 33: 1-25.

Varghese M, Hegde R, Gothandam KM, Balasundaram A, Kannan R, Murugesan K. 1999. Establishment of extensive seedling seed orchards of eucalypts and phyllodinous acacias. National Symposium on Forestry Towards 21st Century, Tamil Nadu Agri University, 27–28 September, 1999, pp 23–34.

Varghese M, Balasundarm K, Murugesan K, Induchudan NC, Siddappa K. 2001. Breeding programme of *A. mangium* for Peninsular India. Proc. Int'l. Symp. Tropical Forestry Research Challenges in new

Millennium, pp 154–158.

Wu SC, Hsieh RS, Wang YC. 1988. Studies on the anatomical structure of *Acacia mangium.* Quart J Exp For Nat'l Taiwan Univ 2: 27–43.

Wu SC, Wang YC. 1988. The wood properties of *Acacia mangium* and *Acacia auriculiformis.* Quart J Exp For Nat'l Taiwan Univ 2: 59–88.

Yan H, Booth TH, Zuo H. 1996. GREEN — A climatic mapping program for China and its use in forestry. In: Matching Trees and Sites, (Booth TH, ed), Proceedings of an International Workshop held in Bangkok, Thailand, 27–30 March, 1995. ACIAR Proceedings No. 63: 24–29.

Zakaria I. 1993. Reproductive Biology. In: *Acacia mangium* — Growing and Utilization. MPTS Monograph Series No. 3. Winrock International and FAO, Bangkok, Thailand, pp 21–34.

Zakaria I, Kamis A. 1991. Comparison of floral morphology, flower production and pollen yield of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*. In: Advances in Tropical Acacia Research, (Turnbull JW, ed), Proceedings of an International Workshop, Bangkok, Thailand, 11–15 February, 1991. ACIAR Proceedings No. 35: 26–29.